

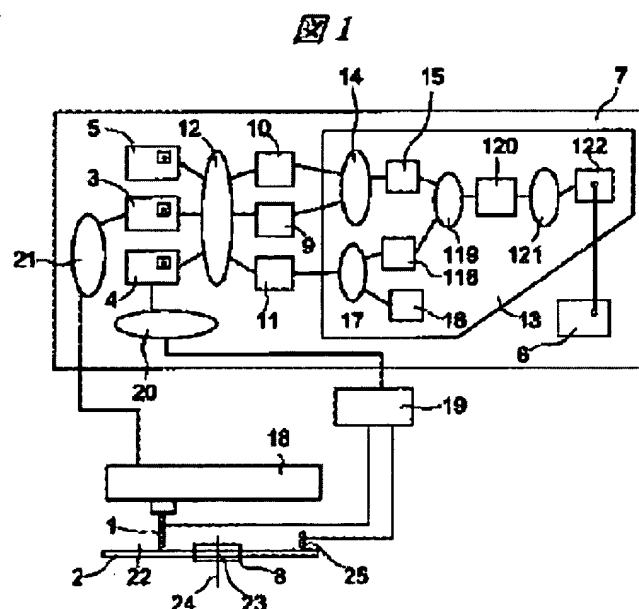
CALCULATOR FOR CALCULATING WAVE SOURCE CURRENT USING EMI MEASURED VALUE IN NEAR MAGNETIC FIELD

Patent number: JP2002328142
Publication date: 2002-11-15
Inventor: TABATA HIROSHI; HORI SATOSHI; KONO HITOSHI;
 HANNO TSUTOMU; NAKAMURA ATSUSHI
Applicant: HITACHI LTD;; HITACHI DEVICE ENG
Classification:
 - international: G01R29/08
 - european:
Application number: JP20010132559 20010427
Priority number(s): JP20010132559 20010427

Abstract of JP2002328142

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an EMI measured data in a very near magnetic field of a measured object to calculate and estimate a wave source current in a three- dimensional position in an inside of the measured object.

SOLUTION: This wave source current calculator has a regeneration calculation controlling part 13 provided with a hanging-bell-like coefficient correction- calculating means 17 for defining thin columnar solid 8 and for working a hanging-bell-like EMI near magnetic field data by a hanging-bell-like coefficient using the solid as an objective, provided with a matrix calculating means 119 for calculating a thinned calculation wave source current data by a matrix of a locally thinned near magnetic field current matrix generating means 14, and provided with a non-thinned regeneration wave source current calculating means 121 for calculating a locally non-thinned regeneration wave source current data based on the data hereinbefore, and is provided with a measurement and calculation controlling part 7 moved in the thin columnar solid 8 and positions 23 in the vicinity of its center line one after another to estimate and calculate the wave source current in the three-dimensional position inside the measured object 2.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(2) 002-328142 (P2002-328142A)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 以下を含むEMI近磁界測定値を用いた波源電流計算装置：

(a) 測定用ループアンテナの先端が被測定物の表面上にあり、接触あるいは極近接した時の信号により、その時の測定用ループアンテナ先端のX位置データ、Y位置データ、Z位置データを得、これらを測定位置XYZデータとし、これを被測定物の表面上の全域でデータを収納する測定位置XYZデータ保持部を持ち、この各位置でのEMI近磁界計測データを、被測定物の表面上の全域で収納するEMI近磁界計測データ保持部、(b) 予めインプットできる電気伝導体などの存在位置に関する被測定物構成体存在位置UVWデータを、被測定物全域で収納する被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部を持ち、また、この各位置で計算した波源電流計算データを、被測定物の全域で収納する波源電流データ保持部を備えた計測計算制御部、(c) 計算しようとする注目の波源電流が存在する位置を中心線付近にした薄い柱状立体を定義し、その内に存在する各位置での測定位置XYZデータ、被測定物構成体存在位置UVWデータ、EMI近磁界計測データを切り出し、これをローカル位置XYZデータ保持部、ローカル被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部、ローカルEMI近磁界計測データ保持部に収納するローカルデータ切り出し手段、(d) ローカル測定位置XYZデータ、ローカル被測定物構成体存在位置UVWデータにより、ローカル間引き近磁界電流マトリクスを生成し、これをローカル間引き近磁界電流マトリクス保持部に収納するローカル間引き近磁界電流マトリクス生成手段、(e) ローカルEMI近磁界計測データと、釣り鐘状係数保持部の予めセットしてある釣り鐘状係数データとにより、ローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データを計算しローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データ保持部に収納する釣り鐘状係数補正計算手段、(f) ローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データとローカル間引き近磁界電流マトリクスにより、間引き計算波源電流データをもとめる波源電流間引きマトリクス計算手段、(g) 各間引き計算波源電流データで埋められた間引き計算波源電流データ保持部のデータにより、ローカル間引きなし再生波源電流データを計算し、ローカル間引きなし再生波源電流保持部に収納する間引きなし再生波源電流計算手段、(h) ローカル間引きなし再生波源電流保持部で、被測定物の切り出された薄い柱状立体内の注目の中心線付近の上下に存在する複数位置での求められた各波源電流を、波源電流計算データ保持部の当該位置に収納する波源電流間引き再生計算制御部。

【請求項2】 測定位置XYZデータの測定位置は、測定用ループアンテナの先端が被測定物の表面上で接触あるいは極近接した1枚の曲面上、または被測定物の裏面に極近接したもう1枚の曲面上にあり、

波源位置UVWの波源電流位置は、ICなどの部品搭載した多層基板の被測定物の被測定物構成体存在位置UVWデータにより、重ねられた多数枚の電気伝導体の曲面中にあるようにし、計算しようとする注目の波源電流の位置を中心線付近にし、測定位置XYZデータの測定位置と被測定物構成体存在位置UVW位置とを含む薄い柱状立体の定義により、薄い柱状立体内の中心線付近の注目の多数枚の電気伝導体の上下に存在する複数位置での波源電流計算するものであり、薄い柱状立体を次々に移動させ、被測定物内の3次元位置での波源電流を計算し、これを波源電流計算データ保持部に収納し、必要域での3次元位置における波源電流を求める計測計算制御部であることを特徴とした3次元位置でのEMI近磁界測定値を用いた波源電流計算装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、EMI近磁界測定値を用いた波源電流計算装置に関し、特に、半導体集積回路または電気回路基板である被測定物のEMIの測定解析作業において、電磁波など波源の極近傍の各測定地点でそのEMI近磁界計測データを用い、被測定物内における3次元の各位置での波源電流の電流計算作業を行なうEMI波源電流計算装置に適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】電気製品全般において電磁波妨害（以下EMIと略す）の低減が課題となっている。さらに最近では、製品のみならず基板部品レベル、特に半導体集積回路（以下、ICとする）とそのIC搭載基板でEMIを低減することが望まれている。

【0003】IC全体からのEMIが多いとわかって、それを減少するためのIC回路を改善する場合、あるいはIC搭載基板のEMIを減少させるための回路の改善変更をする場合において、ICあるいはIC搭載基板内部には多くの電気回路が組み込まれているが、この回路から発生するEMIのEMI波源電流を特定することが有効であり、このためのEMI測定技術とEMI波源電流計算装置が必要である。本装置により、とくに回路内部における3次元位置でのEMI波源電流が詳細に判明すればその対策が容易に見つかるためである。

【0004】このようなEMI波源電流計算装置として本発明者らは、特願H11-265816にすでに提案している。すなわち、EMI近磁界計測データより被測定物内の3次元位置での電気伝導体に生じている波源電流を計算で求めるものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、EMI近磁界計測データの測定値有効数字桁数が少ない、すなわち測定誤差が入るということ。またローカルの近磁界電流マトリクスの構築で実際の誤差が生じるという状

(3) 002-328142 (P2002-328142A)

況のため、一般的な波源計算においてもそうだが、今回の発明装置で定義した薄い柱状立体の高さすなわち被測定物の厚さにおいても、被測定物構成体存在位置UVWピッチすなわち波源位置UVWピッチの1.5倍程度以上になると、多次元1次連立方程式を解く処理はでき、計算はできるが、この波源電流計算データ結果が振動し正常な値が得られないことが生じてくるのが解っている。従来、これを改善する有力な方法として、反復法のSOR法、共役勾配法(CG法)の適用が考えられている。しかしながらこれらの方式は反復して行くと結局は連立方程式の解の真値すなわち振動状態の値に収束してゆき振動した不適切な結果になる場合が多く、実用に難点があると見られる。

【0006】本発明の目的は、半導体電気回路基板である被測定物の厚さが被測定物構成体存在位置UVWピッチつまり波源位置ピッチの3.5倍程度までの被測定物厚さでも波源電流位置ピッチが分解でき、すなわち被測定物の厚さの3.5分の1のピッチまでこの波源電流が信用できる値で計算でき、3次元位置での波源電流値の推定を可能にするEMI波源電流計算装置を提供することにある。

【0007】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかなるであらう。

【0008】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

【0009】図1を用いて本発明を説明する。IC搭載基板などの被測定物2の上にEMI測定用ループアンテナ1を配置し、アンテナ移動機構部18によりEMI測定用ループアンテナ1を移動させEMI測定部19とEMI測定操作手段20によって、磁界の大きさと位相であるEMI近磁界計測データを計測し、被測定物2の表面上の全域で収納するEMI近磁界計測データ保持部4に収納するものである。

【0010】また、アンテナ移動機構部18を操作し、EMI測定用ループアンテナ1の先端が被測定物2の表面上にあり、接触あるいは極近接した時に移動を停止し、その時の測定用ループアンテナ1の先端のX位置データ、Y位置データ、Z位置データを得、これらを測定位置XYZデータとし、これを測定域の全域で保持できる測定位置XYZデータ保持部3に収納するアンテナ移動測定位置XYZデータ操作手段21を持つ。ここで、EMI測定操作手段20は、この位置でのEMI近磁界計測データをこの測定位置XYZデータに対応してEMI近磁界計測データ保持部4の当該位置に収納するものである。

【0011】また、予めインプットすることができる被測定物2の電気伝導体などの存在位置に関する被測定物

構成体存在位置UVWデータを全域で収納する被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部5を持ち、また、この各位置で計算した波源電流計算データを被測定物2の全域で収納する波源電流データ保持部6を持つ。

【0012】また、測定用ループアンテナ1が測定する測定位置XYZが存在する測定域22と被測定物2で波源電流が存在する位置UVWをあわせた空間において計算しようとする注目の波源電流が存在する位置23をその中心線24の中央付近置いた薄い柱状立体8を定義する。その内に存在する各位置での測定位置XYZデータと、この各位置のEMI近磁界計測データと、波源電流が存在する位置UVWすなわち被測定物構成体存在位置UVWデータとを切り出し、これをそれぞれローカル位置XYZデータ保持部9、ローカルEMI近磁界計測データ保持部11、ローカル被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部10に収納するローカルデータ切り出し手段12を備える。

【0013】次に、ローカル間引き近磁界電流マトリクス保持部15があり、ローカル測定位置XYZデータと、ローカル被測定物構成体存在位置UVWデータにより、ローカル間引き近磁界電流マトリクスを生成し、これをローカル間引き近磁界電流マトリクス保持部15に収納するローカル間引き近磁界電流マトリクス生成手段14を備える。

【0014】また、釣り鐘状係数保持部16、ローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データ保持部118があり、ローカルEMI近磁界計測データと、釣り鐘状係数保持部16の予めセットしてある釣り鐘状係数データとにより、ローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データを計算しローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データ保持部118に収納する釣り鐘状係数補正計算手段17を備える。

【0015】また、間引き計算波源電流データ保持部120があり、ローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データとローカル間引き近磁界電流マトリクスにより、間引き計算波源電流データをもとめ、間引き計算波源電流データ保持部120に保持し、これを間引きの間で順次実施し、間引き計算波源電流データ保持部120を各間引き計算波源電流データで埋める波源電流間引きマトリクス計算手段119を備える。

【0016】また、ローカル間引きなし再生波源電流保持部122があり、各間引き計算波源電流データで埋められた間引き計算波源電流データ保持部120のデータにより、ローカル間引きなし再生波源電流データを計算し、データをローカル間引きなし再生波源電流保持部122に保持する間引きなし再生波源電流再生計算手段121を備える。

【0017】これにより、ローカル間引きなし再生波源電流保持部122のデータで、被測定物2の切り出された薄い柱状立体8の内の注目の中心線24付近の被測定

(4) 002-328142 (P2002-328142A)

物2で注目の波源電流が存在する位置23での上下に存在する複数位置での各波源電流データを、波源電流計算データ保持部6の当該位置に収納する波源電流間引き再生計算制御部13を備え持った計測計算制御部7を持つことを特徴とするEMI波源電流計算装置である。

【0018】さらに、測定域22において、測定位置XYZデータの測定位置は、測定用ループアンテナ1の先端が被測定物2の表面上で接触あるいは極近接した1枚の曲面上にあって、あるいは別工程測定作業で、被測定物2の裏面下に極近接したもう1枚の曲面上にあるようにするアンテナ移動測定位置XYZデータ操作手段21であり、波源位置UVWの波源電流位置は、ICなどの部品搭載した多層基板の被測定物2の被測定物構成体存在位置UVWデータにより、重ねられた多数枚の電気伝導体の曲面中にあるようにし、計算しようとする注目の波源電流が存在する位置23を中心線24付近にした測定位置XYZデータの測定位置と被測定物構成体存在位置UVW位置とを含む薄い柱状立体8の定義により、薄い柱状立体8内の中心線24付近の位置23で注目の多数枚の電気伝導体の上下に存在する複数位置での波源電流計算するものであり、薄い柱状立体8を次々に移動させ、被測定物2内の3次元位置での波源電流を計算し、これを波源電流計算データ保持部6に収納し、被測定物2の必要域での3次元位置における波源電流を求める計測計算制御部7を備えたEMI波源電流計算装置である。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、特に必要なとき以外は同一または同様な部分の説明を原則として繰り返さない。

【0020】アンテナ移動機構部18によりEMI測定用ループアンテナ1を被測定物2に接触するか、あるいは最接近状態で移動させ、これらの位置の、磁界の大きさと位相すなわちEMI近磁界計測データを計測する形態については、本発明者による特願平11-156317号、特願平11-265816号がある。

$$\mathbf{H} = \frac{1}{4\pi} \int_V \mathbf{e}^{-j\mathbf{kr}} \left(\frac{1}{r^3} + \frac{\mathbf{k}}{r^2} \cdot \mathbf{j} \right) (\mathbf{I} \times \mathbf{R}) dV$$

【0026】式中、Iは被測定物2域内の波源電流ベクトルであり、Rは波源電流ベクトルIの地点から磁界ベクトルHの地点を指した位置ベクトル。rはベクトルRの大きさ、Vは電流Iが存在している被測定物2の全体積とする。またこれはある周波数 ω のみに関するものであり、kは波数で ω をそのところの光速cで割った値のものであり、 $k = \omega/c$ である。eは自然対数の底、jは $\sqrt{-1}$ である。

【0021】これらを合わせた機能図を図2に示す。測定用ループアンテナ1を平面方向XYおよびZ方向即ち上下方向に移動させ、また、回転させることができるアンテナ移動機構部18は、EMI測定用ループアンテナ1の先端が被測定物2に接触あるいは極近接した時、信号を発するようになっており、この時、アンテナの移動を停止させ、この時のZ位置データ、およびX位置データ、Y位置データを得、これらは被測定物2表面上での最接近位置でありこれを測定位置XYZデータとするものである。また固定された基点ループアンテナ25が設置されており、EMI測定用ループアンテナ1のループがアンテナ移動機構部18の回転軸26にたいして傾いており、回転軸26で傾いたループを120度毎停止し、EMI測定部19で各測定操作し、この測定値を座標変換計算することにより、基点ループアンテナ25の位相の基点にたいしてこの測定点位置でのEMI近磁界計測データを得ている。すなわちこの測定点位置の磁界Hにおいて、X方向、Y方向、Z方向の各大きさと位相をそれぞれ $H_x e(j\alpha h)$ 、 $H_y e(j\beta h)$ 、 $H_z e(j\gamma h)$ のようなかたちでEMI近磁界計測データとして得られるものである。ここに測定位置XYZデータと、この被測定物2に極近接した各位置でのEMI近磁界計測データを取得できるものである。

【0022】ここにおいて、被測定物2はIC搭載基板などで厚さが薄いとし、このような形態において次の特徴があげられる。

(1) EMI近磁界計測データはIC搭載基板である被測定物2に極近接している近磁界の測定データである。

(2) IC搭載基板である被測定物2は厚さが極薄く横に広がる電気伝導体層を挿んだ平板形状である。

【0023】本実施の形態の最初の内容は、この特徴(1)(2)を利用して被測定物2にある位置をローカル的に扱って改善を行なったものであり、これを次に説明する。

【0024】よく知られるように、電磁方程式を変形した積分方程式により磁界ベクトルHをあらわすと、

【0025】

【数1】

【0027】ここで、前述の特徴(1)(2)により薄い柱状立体8の周辺にある波源電流は中心線24付近の位置の磁界測定値にほとんど影響を及ぼさないことを後で説明するので、まず、薄い柱状立体8内において、本実施の形態では式(1)と同じく次のローカルの式(2)が成立するものとする。

【0028】

【数2】

(5) 002-328142 (P2002-328142A)

$$H = \frac{1}{4\pi} \int_{VL} e^{-jkr} \left(\frac{1}{r^3} + \frac{k}{r^2} j \right) (I \times R) dVL$$

【0029】なお、式中のVLは、薄い柱状立体8内の被測定物2のローカルの体積を示す。ここで薄い柱状立体8内に注目して、このローカルの式(2)を次の方法で離散化するものとする。すなわち、図3の本実施の形態における一般的な離散化断面説明図を見て、本実施の形態では、被測定物2は電気伝導体の立体的な網目形状と見做し、この網目で形成されたスケルトン状態で網目体のようなものとする。ここで、図3において、測定位置XYZデータの位置は被測定物2の表の面上にある1枚の曲面の場合であり、被測定物2として4枚の電気伝導体とし、被測定物構成体存在位置UVWデータをこの上で網目体の波源として構成した多層基板である。

【0030】ここで、測定位置XYのピッチΔX、ΔYは網目体U、VのピッチΔU、ΔVの半分とする。これは、1枚の曲面の測定位置XYZの個数と被測定物2の網目体の面を4枚とし、被測定物構成体存在位置UVW、すなわち波源電流位置UVWの点の個数を等しくさせるためである。また、波源電流位置UVWの点の既知の電流点を除外しUVWの点の個数減じて、測定位置XYZの点の個数と網目体の面の4枚の波源電流位置UVWの点の個数を等しくする処置をする。このようにして、後に説明する連立方程式が解けるようにし、また、

$$\begin{aligned} I X e^{j\alpha h} = & \frac{1}{4\pi} \sum e^{-jkr} \left(\frac{1}{r^3} + \frac{k}{r^2} j \right) r \Delta l_y \sin \theta_{ya} \sin \theta_{yb} (I Y e^{j\beta i}) \\ & + \frac{1}{4\pi} \sum e^{-jkr} \left(\frac{1}{r^3} + \frac{k}{r^2} j \right) r \Delta l_z \sin \theta_{za} \cos \theta_{zb} (I Z e^{j\gamma i}) \end{aligned}$$

【0035】

【数4】

$$\begin{aligned} I Y e^{j\beta h} = & \frac{1}{4\pi} \sum e^{-jkr} \left(\frac{1}{r^3} + \frac{k}{r^2} j \right) r \Delta l_z \sin \theta_{za} \sin \theta_{zb} (I Z e^{j\gamma i}) \\ & + \frac{1}{4\pi} \sum e^{-jkr} \left(\frac{1}{r^3} + \frac{k}{r^2} j \right) r \Delta l_x \sin \theta_{xa} \cos \theta_{xb} (I X e^{j\alpha i}) \end{aligned}$$

【0036】

【数5】

$$\begin{aligned} I Z e^{j\gamma h} = & \frac{1}{4\pi} \sum e^{-jkr} \left(\frac{1}{r^3} + \frac{k}{r^2} j \right) r \Delta l_x \sin \theta_{xa} \sin \theta_{xb} (I X e^{j\alpha i}) \\ & + \frac{1}{4\pi} \sum e^{-jkr} \left(\frac{1}{r^3} + \frac{k}{r^2} j \right) r \Delta l_y \sin \theta_{ya} \cos \theta_{yb} (I Y e^{j\beta i}) \end{aligned}$$

【0037】ここで、rは測定位置XYZ点と波源位置UVWの網目交点との距離ベクトルRの大きさであり、 θ_{xa} はベクトルRとX軸となす角度、 θ_{xb} はX軸とベクトルRでなる平面とZX平面の角度、 θ_{ya} はベクトルRとY軸となす角度、 θ_{yb} はY軸とベクトルRでなる平面とXY平面の角度、 θ_{za} はベクトルRとZ軸となす角度、 θ_{zb} はZ軸とベクトルRでなる平面とY

波源電流間引き再生計算処理ができるようにしておく。

【0031】今、測定域22にある薄い柱状立体8内で測定した磁界ベクトルをHとし、HはXYZ方向にHX、HY、HZと分解されたデータとして測定したものである。ここでHX、HY、HZはそれぞれX、Y、Z方向の大きさ、 αh 、 βh 、 γh はそれぞれX、Y、Z方向の位相である。

【0032】また、薄い柱状立体8内について、波源位置UVWは被測定物2の構成体存在位置UVWの網目交点とし、波源はこの各網目交点にある小さいダイポールとして考え、X方向のダイポール Δl_x 、Y方向のダイポール Δl_y 、Z方向のダイポール Δl_z であるとして、このダイポールに流れる電流を、各波源位置UVWの波源電流ベクトルIとし、IX、IY、IZのように、X、Y、Z方向の大きさと位相に分解する。

【0033】本実施の形態では式(2)をこれで離散化するものとして、次の式(3)～式(5)ができる。

【0034】

【数3】

Z平面の角度である。ここで、式(3)と式(4)と式(5)とを加算し、形式的に等しく書き代えて次のマトリクス式(6)の連立方程式を得る。この多次元1次連立方程式は薄い柱状立体8内についてのローカルなものとしてLの文字を付けておく。

【0038】

【数6】

(6) 002-328142 (P2002-328142A)

$$\begin{bmatrix} HX_e^{j\alpha h} \\ HY_e^{j\beta h} \\ HZ_e^{j\gamma h} \end{bmatrix}_L = \frac{1}{4\pi} \begin{bmatrix} 0 & A_{xy} & A_{xz} \\ A_{yx} & 0 & A_{yz} \\ A_{zx} & A_{zy} & 0 \end{bmatrix}_L \begin{bmatrix} IX_e^{j\alpha i} \\ IY_e^{j\beta i} \\ IZ_e^{j\gamma i} \end{bmatrix}_L$$

【0039】これをそのまま次ぎのように形式的に等しく書き換える。

【0040】

$$(H)_L = (M)_L (I)_L \quad (\text{式7})$$

ここで、このように薄い柱状立体8内において、測定した磁界(H)_Lと流れているべき電流(I)_Lと、これをを関係付けるローカル近磁界電流変換マトリクス

$$(1/r * r * r + jk / (r * r)) * r = 1 / (r * r) + j / (r * (1/k)) \quad (\text{式8})$$

の値を見て分かるように、薄い柱状立体8の中心部でrが近接され小さいのでこの式(8)値は大きくなり、また、周辺部でrが大きいので、値は急速に小さくなる。この結果、本実施の形態では、電流(I)_Lの薄い柱状立体8の中心線24付近の中央部において真の電流とするのである。

【0041】よって、本実施の形態では、薄い柱状立体8の中心線24付近の位置、すなわち被測定物2の網目体の面の4枚それぞれの計算すべき注目の波源電流が存在する位置23a、23b、23c、23dなどにおいて、1つの計算の例として次のように計算する。まず(M)_Lの逆マトリクス(M)_L⁻¹を計算する。そこで、薄い柱状立体8の中心線付近の上下に存在する波源位置23a、23b、23c、23dなどの電流=(逆マトリクス(M)_L⁻¹の中心線付近の位置の23a、23b、23c、23dなど電流に係わる行)(薄い柱状立体8内において測定した磁界(H)) (式9)とする。

【0042】すなわち、薄い柱状立体8の中心線24付近の計算すべき注目の波源電流が存在する位置23a、23b、23c、23dなどについて、式(9)のマトリクスの掛け算計算をし、これら位置23a、23b、23c、23dの波源電流のみ計算することを特徴とするものである。あるいはまた、計算時間を短縮できる場合に、式(9)に代えて、よく知られたクラメルの方法、消去法によって、電流の求める位置23a、23b、23c、23dのみについて連立方程式の電流未知数の値を計算できる。しかしながら、この計算の実用上の適用において、EMI近磁界計測データの測定値有効数字桁数が少ない、すなわち測定誤差が入るということ。またローカルの近磁界電流マトリクスを薄い柱状立体8の内て構築するので、周辺のEMI近磁界計測データが薄い柱状立体8が有限であるにデータとずれるた

(M)_Lの関係が成立する。しかしながら、薄い柱状立体8が有限であるため、電流(I)_Lは薄い柱状立体8周辺部において真の電流に対してずれることは明白であるが、電流(I)_Lの薄い柱状立体8の中心線24付近の中央部においては真の電流とみなすのである。これは、先にのべた特徴(1)(2)を考えを導入する。それは、(M)_Lの式(6)などの項のなかで、

め誤差が入る、という一般状況のため、この装置で定義した薄い柱状立体の高さT、すなわち被測定物の高さdと測定XYZデータ面との距離mの合計において、被測定物構成体存在位置UVWピッチすなわち波源位置ピッチΔU、ΔVの1.5倍程度以上になると、すなわち、波源位置ピッチΔU、ΔVが高さTの高々66%以内になると多次元1次連立方程式を解く処理はでき、計算はできるが、この波源電流計算データ結果が振動し正常な値が得られない現象が生じ、波源の分解能が得られないことが解っている。

【0043】本実施の形態の主要な点は、この不具合を改善する装置を提供するものである。すなわち、薄い柱状立体8での計算で次の特徴を持たせ、この不具合を改善するものである。

(1) ローカルEMI近磁界計測データに釣り鐘状係数を処理させ、次の(2)、(3)の処理をする。

(2) 波源電流間引き再生計算制御部13で間引き処理をする。

(3) 間引き結果を間引きしていないとする波源電流データに再生計算する。

【0044】本改善特徴は次の理由によるものである。すなわち、薄い柱状立体8の高さT、すなわち被測定物の高さdと測定XYZデータ面との距離mの合計において、被測定物構成体存在位置UVWピッチすなわち波源位置ピッチΔU、ΔVの1.5倍程度以内におさめれば多次元1次連立方程式を解く処理は測定の誤差、その他の外乱があっても安定した結果となる。すなわち、波源位置ピッチを高さTの66%程度になるようにΔU、ΔVをとばして処理をすればよい。これはΔU、ΔVを間引き処理作業することであり、本実施の形態の第1ポイントである。これにより、クラメルの方法、消去法によっても連立方程式の解は安定した適正な結果とできる。

【0045】次に、ΔU、ΔVを間引きしたので波源位

(7) 002-328142 (P2002-328142A)

置分解能が落ちる。そのため、これをもとに波源電流を回復させ再生することを行なう。これを釣り鐘状係数を基に間引きなし波源電流再生手段119で行なうのが本実施の形態の第2のポイントである。

【0046】これを以下、本実施の形態による改善した波源電流の計算作業の第1の実施の形態として、図4の作業図により説明する。以下の作業において計測計算制御部7が操作と計算処理を行なう。

(1) 作業101において、多層基板である被測定物2の全域の電気伝導体存在位置を、被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部5に読み込み保持する。これらは網目体の面の4枚で各面の高さは $d/3$ などで被測定物2である多層基板製作寸法データであり、インプットすることができるものである。

(2) 作業102において、アンテナ移動機構部18によりEMI測定用ループアンテナ1を ΔX 、 ΔY の位置において、多層基板の被測定物2上で接触があるいは最接近状態で移動、停止させ、これらの位置の測定位置XYZデータ、および磁界の大きさと位相すなわちEMI近磁界計測データを計測し、これを測定域の全域で保持できる測定位置XYZデータ保持部3、およびEMI近磁界計測データ保持部の当該位置に収納する。

(3) 作業103において、多層基板の被測定物2において求めたい計算波源電流域を決める。

(4) 作業104において、被測定物2の網目体の面の4枚の4枚の電気伝導体の存在位置すなわち、各面で波源電流が存在する位置23a、23b、23c、23dのそれぞれの4個所を上下に合わせて決める。

(5) 作業105において、上下に合わせた波源位置4個所を持つ中心線24を中心にした最初の薄い柱状立体8を決める。この薄い柱状立体8は、指定された波源位置によってピッチ ΔU 、 ΔV で移動しつつ計算して行くものである。

(6) 作業106において、本例の薄い柱状立体8の説明図を図5に示す。これに示すように、その内に存在する各位置での測定位置XYZデータと、この各位置のEMI近磁界計測データと、測定物構成体存在位置UVWデータとを切り出し、これをそれぞれローカル測定位置XYZデータ保持部9、ローカルEMI近磁界計測データ保持部11、ローカル被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部10に収納する。目安として厚み d が1.2mmに対し、幅 s が4.5mmの薄い柱状立体8である。また本例の場合、薄い柱状立体8を正方形でなく、正方形の角をとった薄い柱状体とする。切り出した測定位置XYZの位置について ΔX 、 ΔY を0.15mm、計算電流位置の網目体U、Vのピッチ ΔU 、 ΔV は0.3mmの目安であり、ピッチ ΔX 、 ΔY の測定網は、電気伝導体1枚のピッチ ΔU 、 ΔV の1/2の0.15mmである。

(7) 作業107において、図4と、この間引き作業説

明の補助説明図の図6で説明する。ここで、釣り鐘状係数補正計算手段17でローカルEMI近磁界計測データ保持部11のデータと釣り鐘状係数保持部16の釣り鐘状係数データK33で処理をする。具体的には掛け算を行ない、結果のデータ[H]LMmnをローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データ保持部118に収納保持する。すなわち、次の式による。

【0047】

$$[H]LMmn = [H]Lmn * [K]mn \quad (\text{式10})$$

釣り鐘状係数データは薄い柱状立体8の周囲に行くに従い値がゼロに近くなるあたかも釣り鐘状をしたデータ群が特徴であり、これを掛け算するとローカルEMI近磁界データも薄い柱状立体8の周囲に行くに従い値がゼロに近くなるように加工され、これをローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データ保持部118に保持することになる。

(8) 作業108において、波源電流間引き再生計算制御部13の一部であるローカル間引き近磁界電流マトリクス生成手段14により、ローカル位置XYZデータ保持部9、ローカル被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部10のデータによりローカル間引き近磁界電流マトリクス[M]LMを生成し、これをローカル間引き近磁界電流マトリクス保持部15に保持する。

【0048】間引き近磁界電流マトリクスの生成方法は、図6に示す例として、ローカル被測定物構成体存在位置UVWの ΔU 、 ΔV の3かける3の9倍の面積空間を1位置とした、ローカル位置XYZデータの ΔX 、 ΔY につきそれぞれ3倍の間引きで位置を選定し、この両位置につきローカル間引き近磁界電流マトリクス[M]LMを生成する。

【0049】この生成作業で、薄い柱状体8の厚さ T と計算波源位置ピッチは ΔU 、 ΔV の3倍であり、ここで間引き的に生成するローカル間引き近磁界電流マトリクス[M]LMはこれを使用して多次元1次連立方程式を解く時、この処理についてはEMI近磁界計測データの誤差、測定有効数字が得られない、その他の外乱があるなど不都合を改善でき、多次元1次連立方程式の解は安定した結果とできるものであり、本実施の形態の根拠となる現象である。なおこの場合、ローカル位置XYZ位置の個数とローカル被測定物構成体存在UVW位置の個数を一致させるようにしておく。

(9) 作業109において、波源電流間引き再生計算制御部13の一部である波源電流間引きマトリクス計算手段119により、ローカル位置XYZデータの ΔX 、 ΔY につきそれぞれ3倍の間引きで選定された位置のローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データをローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データを保持部118より選定し、本データとローカル間引き近磁界電流マトリクスで一次多次元連立方程式を次で形成する。

【0050】

(8) 002-328142 (P2002-328142A)

$$[H]LM = [M]LM[I]LM \quad (\text{式11})$$

これを解く場合、測定の誤差、その他の外乱があっても安定した結果がえられるのは(8)で説明したとおりである。すなわち、これをクラメル法、消去法などで解いて、間引き計算波源電流 $[I]LM$ を計算し、間引き計算波源電流データ保持部120に収納保持する。

【0051】ここで本実施の形態の第2のポイントとな

$$\begin{aligned} [I]LMn, m = & [I]Ln, m + [I]Lm-1 + [I]Ln-1, m-1 + [I]Ln, \\ & m-1 + [I]Ln+1, m-1 + [I]Ln+1, m + [I]Ln+1, m+1 + [I]L \\ & n, m+1 + [I]Ln, m+1 + [I]Ln-1, m+1 \end{aligned} \quad (\text{式12})$$

(10) 作業111において、図6に示すようにローカル被測定物構成体存在位置 UVW の、 ΔV の一つをずらした位置で計算を適用するようにし、作業109を行なえるようにする。結果として9回繰り返し、間引き計算波源電流を計算し間引き計算波源電流データ保持部120を各9個の間引き計算波源電流でうめて作業110に移す。

(11) 作業110において、波源電流間引き再生計算制御部13、の一部である間引きなし再生波源電流計算手段121により間引き計算波源電流データ保持部120の間引き計算波源電流データより、ローカル間引きなし再生波源電流データ I_n, m を求め、これをローカル間引きなし再生波源電流保持部122に収納し保持する。この作業は次のようにする。今、間引き計算波源電流データはローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データより計算されたもので、薄い柱状立体8の周囲に行くに従い釣り鐘状の裾として値がゼロになっているものとする。よってこれは間引き計算波源電流データ保持部120のデータの内容の性質を示すものであり、薄い柱状立体8の角でゼロを式(12)に代入すると、 $[I]L1, 1 = [I]LM1, 1$ となる。これを周辺に沿って次々 I を計算してゆき、これをローカル間引きなし再生波源電流データ $[I]L$ としてローカル間引きなし再生波源電流保持部122に収納する。これで間引きなし再生波源電流すなわち $\Delta U, \Delta V$ のものとピッチの波源電流がもたまる。このように本実施の形態のポイントである釣り鐘状係数を利用したのは、薄い柱状立体8の周囲でゼロの境界条件を得るためであり、上のローカル間引きなし再生波源電流の計算を容易にするためのものである。

【0052】またこの時、薄い柱状立体8の各4角からスタートした全計算データを加算平均すると値のバランスがとれ精度が上がる。これをあらためてローカル間引きなし再生波源電流保持部122に収納し直す。ここで、ローカル間引きなし再生波源電流保持部122の中心に、求めるべき薄い柱状立体8の中心線24に存在する位置23、23a、23b、23c、23dの電流 I_a, I_b, I_c, I_d が、それぞれ、 $IaXe(j\alpha a i), IaYe(j\beta a i), IaZe(j\gamma a i), IbXe(j\alpha b i), IbYe(j\beta b i), IbZe(j\gamma b i), IcXe(j\alpha c i), IcYe(j\beta c$

る式を説明する。ここで計算された間引き計算波源電流 $[I]LMn, m$ は、ローカル被測定物構成体存在位置 UVW の $\Delta U, \Delta V$ の3掛ける3の9個の値を合計したものであり間引きでないピッチ $\Delta U, \Delta V$ の位置としての電流を $[I]Ln, m$ とすると次の式で表される。これは後の間引きなし電流再生作業の間引きなし波源再生電流手段で利用する。すなわち、

$i), IcZe(j\gamma c i), IdXe(j\alpha d c i), IdYe(j\beta d i), IdZe(j\gamma d i)$ として求まっている。

(12) 作業112において、波源電流間引き再生計算制御部13として求めるべき薄い柱状立体8の中心線24に存在する位置23、23a、23b、23c、23dの電流 I_a, I_b, I_c, I_d を波源電流データ保持部6の該当場所に格納、保持する。

(13) 作業113において、次の計算すべき波源位置をきめ次の薄い柱状立体8を決められるようにし、

(5)から(13)を繰り返し作業し、計算すべき波源電流域の計算値を波源電流データ保持部6の該当場所に次々と格納、保持するように作業する。

【0053】よって、本実施の形態において次の特徴が得られる。すなわち(9)作業109において、誤差その他によって、多次元1次連立方程式を解く処理において計算はできるが、この波源電流計算データ結果が振動し正常な値が得られない不具合現象を本実施の形態で対策できる。具体的に例として、被測定物の厚さ d と測定XYZデータ面との距離 t の合計である薄い柱状立体の高さ $T=1.2\text{mm}$ に対し、被測定物構成体存在位置 UVW ピッチすなわち波源位置ピッチ $\Delta U, \Delta V$ の3倍のピッチで間引き処理をし 0.9mm のピッチで構築するローカル間引き近磁界電流マトリクスを用いている為、誤差その他によって多次元1次連立方程式の解としての波源電流計算データ結果が振動しなくなる。また、波源位置ピッチが間引かれ、粗くなってしまい、この対策として、釣り鐘状係数データを利用した間引きなし再生波源電流再生計算手段121によりもとの波源位置ピッチ $\Delta U, \Delta V$ で波源電流精度が得られるのである。

【0054】さらにまた、本実施の形態において、被測定物2の表面上で接触あるいは極近接した測定位置XYZ測定面が1枚としているため薄い柱状立体8の高さ T がより薄くできるため、多次元1次連立方程式の解がより安定した結果が得られるという効果が得られる。

【0055】また第1の実施の形態に続いて、波源電流の計算作業の実例である第2の実施の形態について図7により説明する。

【0056】図7は本例の薄い柱状立体8aを示す。測定位置XYZデータの測定面31が1枚であり、また、

(9) 002-328142 (P2002-328142A)

被測定物の構成体存在位置UVW電気伝導面32も1枚である。被測定物2aの構造は薄いA伝導体ライン27が手前から向こうへ波源電流が流れ、B伝導体ライン28が向こうから手前へ波源電流が流れ、C伝導体ライン29が手前から向こうへ波源電流が流れ、D伝導体ライン30が向こうから手前へ波源電流が流れる構造である。

【0057】本例で、測定位置XYのピッチ ΔX 、 ΔY の網目点の下に、すなわち薄い柱状立体8の高さTとして、その下の波源位置UVで同じ長さのピッチの ΔU 、 ΔV の網目点を設定する。このようにして1枚の電気伝導面32の波源位置UVWの個数と測定位置位置XYZの個数を合わせてある。

【0058】本例の薄い柱状立体8aの説明図の図7では、厚みTが0.2mmから1mmに対し幅sが3.2mmの薄い柱状立体8aである。切り出した測定位置XYZの位置について ΔX 、 ΔY を0.2mm、計算電流位置の網目体U、Vのピッチ ΔU 、 ΔV は0.2mmの目安である。この場合、本実例において電流はV方向無限遠に流れるとしてよいので作業はXZ面あるいはUW面に限って行なうことにし、第2の実施の形態ですでに説明した作業(1)から(13)と同じく次のように実施する。図4において、

(1) 作業101において、多層基板である被測定物2aのA伝導体ライン27、B伝導体ライン28、C伝導体ライン29、D伝導体ライン30の電気伝導体存在位置を、被測定物構成体存在位置UVWデータをUW面に限って保持部5に読み込み保持する。

(2) 作業102において、XZ面の測定位置XYZデータ、および、磁界の大きさと位相すなわちEMI近磁界計測データを計測し、これをXZ面の測定域の全域で測定位置XYZデータ保持部3、および、EMI近磁界計測データを当該位置に収納する。

(3) 作業103において、多層基板の被測定物において計算領域を図7のように同じくXZ面とする。電流がZ方向のみなので、磁界はX方向のみの測定となる。

(4) 作業107において、この間引き作業説明の補助説明図の7図で説明する。ここで、釣り鐘状係数補正計算手段17でローカルEMI近磁界計測データ保持部11のデータと釣り鐘状係数保持部16の釣り鐘状係数データK33aで処理をする。釣り鐘状係数データKの33aは、図7に示すようにX方向に対し平面釣り鐘状である。

【0059】釣り鐘状係数データK33aは薄い柱状立体8aのXの左右の裾に行くに従い値がゼロに近くなる。

(5) 作業108において、波源電流間引き再生計算制御部13の一部であるローカル間引き近磁界電流マトリクス生成手段14により、ローカル位置XYZデータ保持部9、ローカル被測定物構成体存在位置UVWデータ

保持部10のデータによりローカル間引き近磁界電流マトリクス[M]LMを生成し、これをローカル間引き近磁界電流マトリクス保持部15保持する。間引き近磁界電流マトリクスの生成方法は、図7に示したように、ローカル被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部10aでの ΔU の3倍のU方向長さ中心を1位置とした、ローカル位置XYZデータの ΔX につき3倍の長さで間引き、位置を選定し、この両位置につきローカル間引き近磁界電流マトリクス[M]LMを生成する。なおこの場合ローカル位置XYZ位置の個数とローカル被測定物構成体存在UVW位置の個数を一致させるようにしておく。

(6) 作業109において、波源電流間引き再生計算制御部13の一部である波源電流間引きマトリクス計算手段119により、ローカル位置XYZデータの ΔX につきそれぞれ3倍の間引きで選定された位置のローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データをローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データを保持部118より選定し、本データとローカル間引き近磁界電流マトリクスで一次多次元連立方程式を次で形成する。

【0060】

$$[H]LM = [M]LM[I]LM \quad \text{式(13)}$$

これを解いて、間引き計算波源電流[I]LMを計算し、間引き計算波源電流データ保持部120に収納保持する。ここで計算されたZ方向の間引き計算波源電流[I]LMnは、ローカル被測定物構成体存在位置UVWの ΔU の3個の値を合計したものであり、間引きでないZ方向の電流を[I]Lnとすると次で表される。 [I]LMn = [I]Ln + [I]Ln-1 + [I]Ln+1 式(14)

(7) 作業111において、図7に示すように、ローカル被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部10aの、 ΔU の一つをずらした位置で計算を適用するようにし、作業109を行なえるようにする。結果として3回繰り返し、間引き計算波源電流を計算し間引き計算波源電流データ保持部120を各3個の間引き計算波源電流をうめて作業110に移す。

(8) 作業110において、波源電流間引き再生計算制御部13の一部である間引きなし再生波源電流計算手段121により間引き計算波源電流データ保持部120の間引き計算波源電流データより、ローカル間引きなし再生波源電流データIn、mを求め、これをローカル間引きなし再生波源電流保持部122収納し保持する。この作業は次のようにする。今、間引き計算波源電流データはローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データより計算されたもので、薄い柱状立体8のX方向左右の釣り鐘状の裾として値がゼロになっているものとする。よってこれを式(14)に代入し、裾において[I]L1 = [I]LM1であり裾から始めて中央に向かい次々Iを計算してゆきこれをローカル間引きなし再生波源電流データ[I]Lとしてローカル間引きなし再生波源電流保持部122に

(10) 02-328142 (P2002-328142A)

収納してゆく。この時、左右の裾の2つの位置からスタートした全計算データを加算平均すると値のバランスがとれ精度が上がる。これをあらためてローカル間引きなし再生波源電流保持部122に収納し直す。ここで、ローカル間引きなし再生波源電流保持部122の中心に、求めるべき薄い柱状立体8の中心線24に存在する位置23fのZ方向電流がILZe(jrai)として求まっている。

(9) 作業112において、波源電流間引き再生計算制御部13として求めるべき薄い柱状立体8の中心線24に存在する位置23fの電流ILを波源電流データ保持部6の該当場所に格納、保持する。

(10) 作業113において、次の計算すべき波源位置をきめ次の薄い柱状立体8aを決められるようにし、本説明で(5)から(10)を繰り返して作業し、計算すべき波源電流領域のZ方向の計算値を波源電流データ保持部6の該当場所に次々と格納、保持するように作業する。

【0061】以上により、第2の実施の形態で、Z方向の波源電流がで計算される。結果の例を図8に示す。本結果は、Tが0.7mm、 ΔU が0.2であり、A伝導体ライン27が手前から向こうへ100単位で位相が4°の波源電流が流れ、B伝導体ライン28が向こうから手前へ100単位で位相が170°の波源電流が流れ、C伝導体ライン29が手前から向こうへ100単位で位相が4°の波源電流が流れ、D伝導体ライン30が100単位で位相が170°波源電流がある場合である。これらを波源電流大きさ34、電流位相35で示す。

【0062】図8において、本実施の形態での計算結果を計算波源電流大きさ36、計算電流位相37で示す。波源電流大きさで1.4倍程度で一致しており推定値としては満足するものである。従来方式の計算装置では値が発散して大きくなり推定値とは見なせない値となる。これを図9に示す。本図は真の波源電流大きさと計算波源電流大きさの比を横軸であるT/ ΔU でみたものである。従来結果38ではT/ ΔU の値が2倍以上で急速に計算結果が大きくなり発散して否になっている。またここで、従来の共役勾配法(CG法)については本実施の形態者らで計算を実施した。計算を繰り返していくと、この値は結局従来結果38に近づき、同様に計算結果が大きくなり、否の結果となることを確かめている。すなわち、本実施による結果39では、T/ ΔU で4.0倍程度まで電流の実用推定値と見なせることができるものであり、共役勾配法より精度のよい結果が得られている。

【0063】以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0064】

【発明の効果】本願によって開示される発明のうち、代

表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下の通りである。

【0065】IC搭載基板である被測定物に極近接した各位置での測定位置XYZデータとEMI近磁界計測データを取得し、被測定物はIC搭載基板などで厚さが薄く横にひろがる電気伝導体を挿んだ平板形状とし、このような形態において、薄い柱状立体を定義しこれにより各ローカルのデータを切り出し、(1)ローカルEMI近磁界計測データに釣り鐘状係数を処理させ、(2)波源電流間引き再生計算制御部で間引き処理をさせ、

(3)間引き結果を間引きしていないとする波源電流データに再生計算する。

【0066】これにより、1次多次元連立方程式の電流未知数の値の計算の実用上の適用において、EMI近磁界計測データの分解が悪く測定値有効数字桁数が少ない、すなわち測定誤差が入るということ、またローカルの近磁界電流マトリクスを薄い柱状立体8の内で構築するので、周辺のEMI近磁界計測データが薄い柱状立体8が有限であるとのデータとずれるため、誤差が入る、という一般状況のため、この装置で定義した薄い柱状立体の高さT、すなわち被測定物の厚さdと測定XYZデータ面との距離との合計において、被測定物構成体存在位置UVWピッチすなわち波源位置ピッチ ΔU 、 ΔV の2.0倍程度以上になると、すなわち、波源位置ピッチ ΔU 、 ΔV が高さTの高々66%以内になると多次元1次連立方程式を解く処理はでき計算はできるが、この波源電流計算データ結果が振動し正常な値が得られないという現象を解決し、

(1)波源位置ピッチ ΔU 、 ΔV が高さTの25%までの波源電流の分解能が得られるようになる。

(2)波源電流計算のためのマトリクス計算は系全体にかかわらず、間引きした間引きローカルマトリクスにおいて元のマトリクスより次数が少なく、この次数の少ないマトリクスで波源電流が計算できるので計算時間が短縮できる。

(3)電気伝導体などの存在位置に関する被測定物構成体存在位置データを被測定物2の多層基板の多層の電気伝導体位置に置き、測定位置XYZデータの測定位置は、測定用ループアンテナの先端が被測定物の表面上で接触あるいは極近接した1枚の曲面上にあるため、Tを薄くすることができ ΔU 、 ΔV が高さTにたいし細かくとれ、より推測値を良好に求められるようにできる。

【0067】以上の効果により、電気伝導体層での実際流れている波源電流を計算推定でき、すなわち、被測定物の内部の電気伝導体電流が3次元位置においてより高分解な位置で明らかになり、この結果、被測定物内部回路のEMI低減対策作業の手法がより容易にみつかることになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1であるEMI波源電流計

(1) 02-328142 (P2002-328142A)

算装置の構成を示す説明図である。

【図2】図1に示すEMI波源電流計算装置のEMI近磁界計測データの計測機能を説明する斜視図である。

【図3】本発明による一般的な離散化の断面を示す説明図である。

【図4】本発明による波源電流の計算作業を示すフロー図である。

【図5】本発明の実施の形態1における多層基板を説明する図である。

【図6】本発明の実施の形態1における多層基板のデータ切り出しを説明する図である。

【図7】本発明の実施の形態2における被測定物の説明図である。

【図8】本発明の実施の形態2における計算結果を示すグラフである。

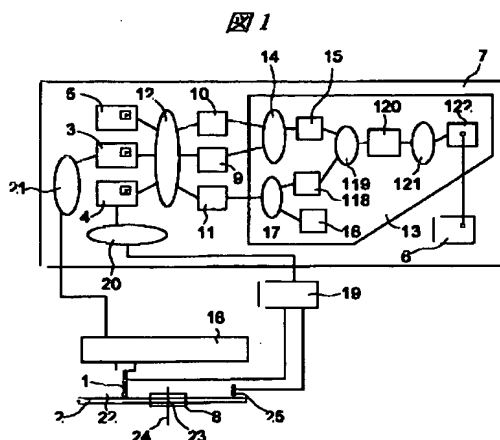
【図9】本発明における計算波源電流大きさと真の波源電流大きさととの比および $T/\Delta U$ の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

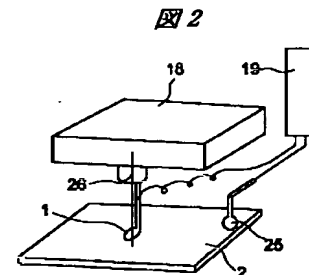
- 1 測定用ループアンテナ
- 2、2a 被測定物
- 3 測定位置XYZデータ保持部
- 4 EMI近磁界計測データ保持部
- 5 被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部
- 6 波源電流データ保持部
- 7 計測計算制御
- 8、8a 薄い柱状立体
- 9 ローカル位置XYZデータ保持部
- 10、10a ローカル被測定物構成体存在位置UVWデータ保持部
- 11 ローカルEMI近磁界計測データ保持部
- 12 ローカルデータ切り出し手段
- 13 波源電流間引き再生計算制御

- 14 ローカル間引き近磁界電流マトリクス生成手段
- 15 ローカル間引き近磁界電流マトリクス保持部
- 16 釣り鐘状係数保持部
- 17 釣り鐘状係数補正計算手段
- 18 アンテナ移動機構部
- 19 EMI測定
- 20 EMI測定操作手段
- 21 アンテナ移動測定位置XYZデータ操作手段
- 22 測定域
- 23、23a、23b、23c、23d、23f 注目の波源電流が存在する位置
- 24 中心線
- 25 基点ループアンテナ
- 26 回転軸
- 27 A伝導体ライン
- 28 B伝導体ライン
- 29 C伝導体ライン
- 30 D伝導体ライン
- 31 測定位置XYZ測定
- 32 構成体存在位置UVW電気伝導面
- 33、33a 釣り鐘状係数データK
- 34 波源電流大きさ
- 35 電流位相
- 36 計算波源電流大きさ
- 37 計算電流位相
- 38 従来結果
- 39 本実施による形態の結果
- 118 ローカル間引き釣り鐘状EMI近磁界データ保持部
- 119 波源電流間引きマトリクス計算手段
- 120 間引き計算波源電流データ保持部
- 121 間引きなし再生波源電流計算手段
- 122 ローカル間引きなし再生波源電流保持部

【図1】



【図2】



【図3】

【図5】

【図6】

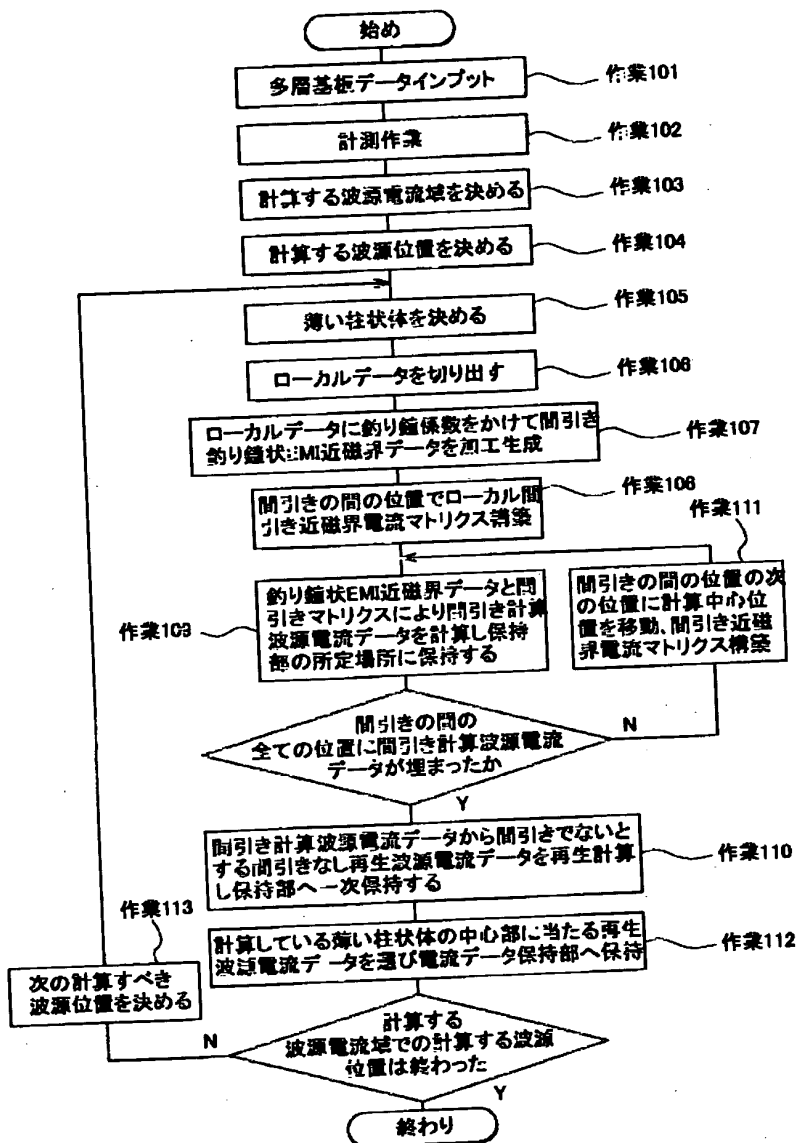
【图7】

Figure 1 shows a perspective view of a grid-like structure 8a. The structure has a thickness T and is divided into sections by dashed lines ΔY, ΔX, ΔU, and ΔV. It features a central vertical axis Z and horizontal axes X and Y. A coordinate system (W, V, U) is also shown at the bottom right. Various components are labeled: 2f, 28, 29, 30, 2a, 31, 32, and 33a. A cross-sectional view 10a is shown at the bottom left, highlighting a specific layer 23f.

(特 3) 102-328142 (P2002-328142A)

【図4】

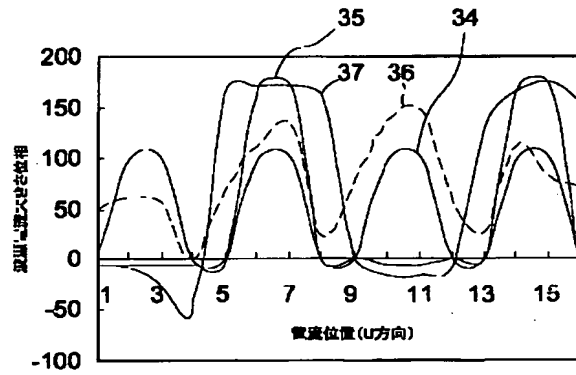
図 4



(特 4) 102-328142 (P2002-328142A)

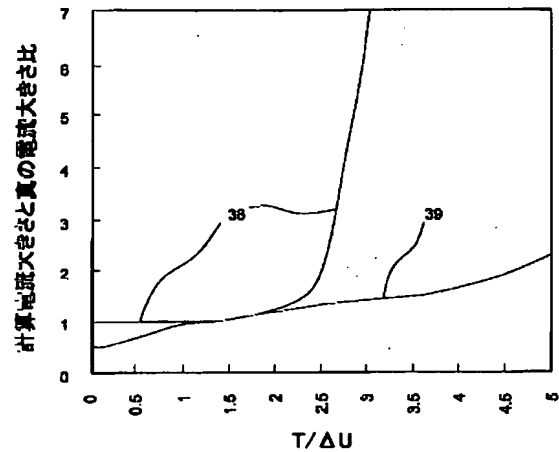
【図8】

図 8



【図9】

図 9



フロントページの続き

(72)発明者 堀 聖史
千葉県茂原市早野3681番地 日立デバイス
エンジニアリング株式会社内
(72)発明者 河野 均
千葉県茂原市早野3681番地 日立デバイス
エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 半野 勉
千葉県茂原市早野3681番地 日立デバイス
エンジニアリング株式会社内
(72)発明者 中村 篤
東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株
式会社日立製作所半導体グループ内